

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-225388

(43)公開日 平成7年(1995)8月22日

(51)IntCl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1343			
	1/13	5 0 0		
	1/133	5 5 0		
	1/1333			
	1/137			

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-17098

(22)出願日 平成6年(1994)2月14日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 大江 昌人

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 近藤 克己

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 大原 周一

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

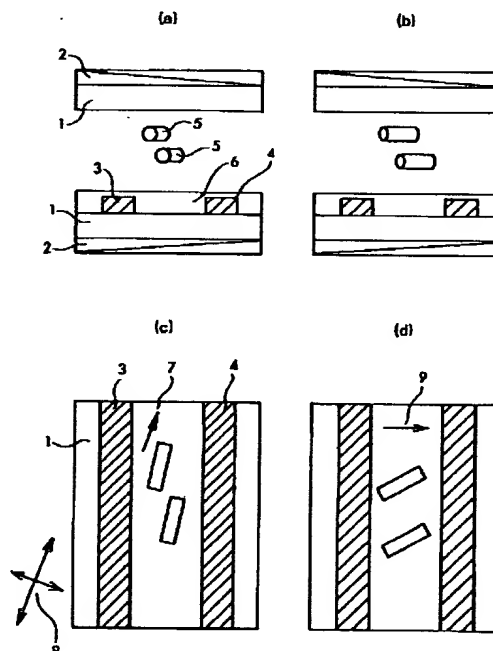
(54)【発明の名称】 アクティブマトリクス型液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】マウス対応あるいは動画表示可能な高速応答する横電界方式の液晶表示装置を得る。また、高コントラスト、視角特性が良好で多階調表示が容易、明るい、低コストといった特徴を有した液晶表示装置を得る。

【構成】 $n \times m$ 個のマトリクス状の画素を形成する電極群、アクティブ素子からなる所定の駆動手段を有し、該電極群が液晶組成物層に対して界面に平行な電界を印加する構造を付設し、対向する基板間のギャップが $6 \mu\text{m}$ 以下であって、応答時間が $100 \text{ms}$ 以下 $1 \text{ms}$ 以上である。

図 1



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一方が透明な一对の基板、該基板間に誘電異方性を有する液晶組成物層、液晶を配向させるための配向制御層、該基板上の電極、偏光手段、駆動電圧波形を発生させる駆動LSI及びそれぞれの画素内に備えたアクティブ素子からなる駆動手段とを備え、前記電極が前記配向制御層及び前記液晶組成物層に対して主として前記界面に平行な電界を印加する構造を有した液晶表示装置において、

対向する基板間のギャップが $6\mu\text{m}$ 以下であって、応答時間が $100\text{ms}$ 以下 $1\text{ms}$ 以上である液晶表示装置。

【請求項2】少なくとも一方が透明な一对の基板、該基\*

$$(\epsilon_{LC})_{//} > 2\epsilon_{AF}$$

または

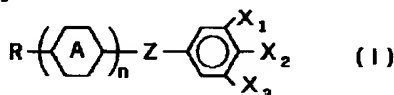
$$(\epsilon_{LC})_{\perp} > 2\epsilon_{AF}$$

かつ、該液晶組成物層の粘度( $\eta$ )とツイストの弾性定数( $K_2$ )の間に式(2)を満たす関係があることを特徴※

$$\eta/K_2 < 4.5 \times 10^{10} [\text{s} \cdot \text{m}^{-2}]$$

【請求項3】請求項1もしくは2に記載の液晶表示装置において、前記液晶組成物層中の液晶化合物が末端基としてフルオロ基あるいはシアノ基あるいはフルオロ基とシアノ基の両者を有する、一般式(I)で表される液晶化合物であることを特徴とする請求項1もしくは2に記載の液晶表示装置。

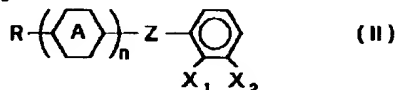
【化1】



(一般式(I)において、 $\text{X}_1 \sim \text{X}_3$ はフルオロ基、シアノ基あるいは水素原子を表し、Rは置換されてもよい炭素数1から10のアルキル基あるいはアルコキシ基を表し、環Aはシクロヘキサン環、ベンゼン環、ジオキサン環、ピリミジン環または[2, 2, 2]-ビシクロオクタン環を表し、Zは単結合、エステル結合、エーテル結合またはメチレン、エチレンを表し、nは1あるいは2の整数である。)

【請求項4】請求項1もしくは2に記載の液晶表示装置において、前記液晶組成物層中の液晶化合物が分子短軸方向にフルオロ基あるいはシアノ基あるいはフルオロ基とシアノ基の両者を有する、一般式(II)で表される液晶化合物であることを特徴とする請求項1もしくは2に記載の液晶表示装置。

【化2】



(一般式(II)において、 $\text{X}_1$ 及び $\text{X}_2$ はフルオロ基、シアノ基あるいは水素原子を表し、Rは置換されてもよい炭素数1から10のアルキル基あるいはアルコキシ基★50

2

\*板間に誘電異方性を有する液晶組成物層、液晶を配向させるための配向制御層、該基板上の電極、偏光手段、駆動電圧波形を発生させる駆動LSI及びそれぞれの画素内に備えたアクティブ素子からなる駆動手段とを備え、前記電極が前記配向制御層及び前記液晶組成物層に対して主として前記界面に平行な電界を印加する構造を有した液晶表示装置において、該液晶組成物層の比誘電率( $(\epsilon_{LC})_{//}$ :分子長軸方向の比誘電率、 $(\epsilon_{LC})_{\perp}$ :分子短軸方向の比誘電率)と配向制御層の比誘電率( $\epsilon_{AF}$ )の間に式(1)を満たす関係があり、

【数1】

$$\dots (1)$$

※とする液晶表示装置。

【数2】

$$\dots (2)$$

★を表し、環Aはシクロヘキサン環、ベンゼン環、ジオキサン環、ピリミジン環または[2, 2, 2]-ビシクロオクタン環を表し、Zは単結合、エステル結合、エーテル結合またはメチレン、エチレンを表し、nは1あるいは2の整数である。)

【請求項5】前記液晶組成物層のリターデーション( $d \cdot \Delta n$ )が $0.21\mu\text{m}$ 以上 $0.36\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1から4に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、低コスト、広視角及びマウス対応、動画対応可能な高速応答を合わせもつアクティブマトリクス型液晶表示装置に関し、さらには車及び公的交通機関に搭載されたアクティブマトリクス型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の液晶表示装置においては、液晶層を駆動する電極を2枚の基板表面上に形成し、相対向させた透明電極を用いていた。これは液晶に電界を基板に垂直な方向の電界を印加することで動作させる、ツイステッドネマチック表示方式に代表される表示方式を採用していることによる。一方、液晶に印加する電界の方向を基板に対してほぼ平行な方向にする方式として、1枚の基板上に設けた櫛歯電極を用いた方式が、特公昭63-21907号公報、USP4345249により提案されている。この場合、電極は透明である必要はなく、導電性が高く不透明な金属電極が用いられる。しかしながら、これらの公知技術においては、液晶に印加する電界の方向を基板にほぼ平行な方向にする表示方式(以下、横電界方式と称する)をアクティブマトリクス駆動するために、あるいは、横電界方式において高速応答させるのに必要な液晶または配向膜の物性や詳しい素子構成に関する記載はな

い。

### 【0003】

【発明が解決しようとする課題】横電界方式においては開口率を確保するため、電極間ギャップを広げる必要がある。そのことによって駆動電圧が高くなるという問題がある。また、液晶表示装置をマウス使用可能とするには約150~200ms、動画表示可能とするには約50msの応答時間が必要である。しかし、液晶の電場に対する応答は元来遅く、ネマチック液晶を使用する様々な表示方式において液晶の応答時間が遅いということがしばしば問題となっている。横電界方式においても例外ではない。加えて、横電界方式ではその独特の電極構造のため、電界が液晶に印加されにくく、更に液晶の応答が遅い。従って、駆動電圧を低減し、かつマウス対応化あるいは動画表示可能にするためには、何らかの手段を施す必要がある。

【0004】本発明の目的は、横電界方式においてマウス対応または動画対応可能な高速応答性を有するアクティブマトリクス型液晶表示装置を提供することにある。

### 【0005】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し、上記目的を達成するために本発明では以下の手段を用いる。\*

$$(\epsilon_{LC})_{//} > 2\epsilon_{AF}$$

または

$$(\epsilon_{LC})_{\perp} > 2\epsilon_{AF}$$

かつ、前記液晶組成物層の粘度( $\eta$ )とツイストの弾性定数( $K_2$ )の間に式(2)を満たす関係が成り立つようにする液晶表示装置。

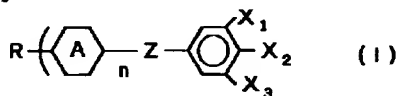
$$\eta/K_2 < 4.5 \times 10^{10} [s \cdot m^{-2}]$$

さらに、手段1及び2の液晶表示装置において、

【手段3】前記液晶組成物層中の液晶化合物が末端基としてフルオロ基あるいはシアノ基あるいはフルオロ基とシアノ基の両者を有する、一般式(1)で表される液晶化合物である液晶表示装置。

### 【0010】

#### 【化3】



【0011】(一般式(1))において、 $X_1 \sim X_3$ はフルオロ基、シアノ基あるいは水素原子を表し、Rは置換されてもよい炭素数1から10のアルキル基あるいはアルコキシ基を表し、環Aはシクロヘキサン環、ベンゼン環、ジオキサン環、ピリミジン環または[2, 2, 2]-ビシクロオクタン環を表し、Zは単結合、エステル結合、エーテル結合またはメチレン、エチレンを表し、nは1あるいは2の整数である。)

【手段4】前記液晶組成物層中の液晶化合物が分子短軸方向にフルオロ基あるいはシアノ基あるいはフルオロ基★50

\*【0006】少なくとも一方が透明な一对の基板、該基板間に誘電異方性を有する液晶組成物層、 $n \times m$ 個のマトリクス状の画素を形成する電極群、界面上の液晶分子を所定の方向に配向制御する配向制御膜、基板間に一定のギャップを与えるスペーサーを挟持してなる液晶パネル、該液晶の分子配向状態に応じて光学特性を変える偏光手段、所定電圧波形を発生させる駆動LSI及びそれぞれの画素内に備えたアクティブ素子からなる駆動手段とを備え、前記電極群(望ましくは金属性とする)の構造を前記配向制御層及び前記液晶組成物層に対して主として前記界面に平行な電界を印加し得る所定構造とした液晶表示装置において、

【手段1】対向する該基板間のギャップが $6 \mu m$ 以下であって、応答時間が100ms以下1ms以上である液晶表示装置。

【0007】【手段2】前記液晶組成物層の比誘電率( $(\epsilon_{LC})_{//}$ :分子長軸方向の比誘電率、 $(\epsilon_{LC})_{\perp}$ :分子短軸方向の比誘電率)と前記配向制御層の比誘電率( $\epsilon_{AF}$ )の間に式(1)を満たす関係があり、

### 【0008】

【数3】

…(1)

### ※【0009】

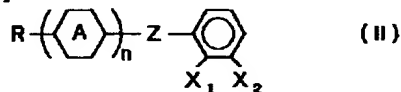
【数4】

…(2)

30★とシアノ基の両者を有する、一般式(II)で表される液晶化合物である液晶表示装置。

### 【0012】

#### 【化4】



【0013】(一般式(II))において、 $X_1$ 及び $X_2$ はフルオロ基、シアノ基あるいは水素原子を表し、Rは置換されてもよい炭素数1から10のアルキル基あるいはアルコキシ基を表し、環Aはシクロヘキサン環、ベンゼン環、ジオキサン環、ピリミジン環または[2, 2, 2]-ビシクロオクタン環を表し、Zは単結合、エステル結合、エーテル結合またはメチレン、エチレンを表し、nは1あるいは2の整数である。)また、

【手段5】手段1から4において、液晶層のリターデーション( $d \cdot \Delta n$ )が $0.21 \mu m$ 以上 $0.36 \mu m$ 以下であるようにする液晶表示装置。

### 【0014】

【作用】先ず初めに、電界方向に対する、偏光板の偏光透過軸のなす角 $\phi_P$ 、界面近傍での液晶分子長軸(光学

5

軸)方向のなす角 $\phi_{LC}$ 、一対の偏光板間に挿入した位相差板の進相軸のなす角 $\phi_R$ の定義を示す(図4)。偏光板及び液晶界面はそれぞれ上下に一対あるので必要に応じて $\phi_{P1}$ 、 $\phi_{P2}$ 、 $\phi_{LC1}$ 、 $\phi_{LC2}$ と表記する。

【0015】図1(a)、(b)は本発明の液晶パネル内の液晶の動作を示す側断面を、図1(c)、(d)はその正面図を表す。図1ではアクティブ素子を省略してある。また、本発明ではストライプ状の電極を構成して複数の画素を形成するが、ここでは一画素の部分を示した。電圧無印加時のセル側断面を図1(a)に、その時の正面図を図1(c)に示す。透明な一対の基板の内側に線状の電極3、4が形成され、その上に配向制御膜6が塗布及び配向処理されている。間には液晶組成物が挟持されている。棒状の液晶分子5は、電界無印加時にはストライプ状のY電極の長手方向に対して若干の角度、即ち $45^\circ \leq |\phi_{LC}| < 90^\circ$ 度、をもつように配向されている。上下界面上での液晶分子配向方向はここでは平行、即ち $\phi_{LC1} = \phi_{LC2}$ を例に説明する。また、液晶組成\*

$$\tau_{rise} = \gamma_1 / (\epsilon_0 \Delta \epsilon E^2 - \pi^2 K_2 / d^2) \quad \dots (3)$$

【0018】

※20※【数6】

$$\tau_{fall} = \gamma_1 d^2 / \pi^2 K_2 = \gamma_1 / \epsilon_0 \Delta \epsilon E_c^2 \quad \dots (4)$$

ここで、 $\tau_{rise}$ 及び $\tau_{fall}$ は立上がり及び立下がり時間、 $\gamma_1$ は粘性係数、 $K_2$ はツイストの弾性定数、 $d$ はセルギャップ、 $\Delta \epsilon$ は誘電異方性、 $\epsilon_0$ は真空の誘電率、 $E$ は電界強度、 $E_c$ はしきい値電界を表す。横電界方式において、上式は対向する基板間のセルギャップ $d$ を小さくすることで応答時間を短縮できるを示している。立下がり時間はセルギャップ $d$ を小さくするとその2乗に比例して速くなる。一方、立上がり時間の分母の第2項は第1項に比べ小さいので、セルギャップを小さくすることによって立上がり時間を損なうことはない。

【0019】従って、上記手段1の如く対向する基板間のギャップを $6 \mu m$ 以下にすることは、 $100 ms$ 以下の応答時間を達成するための手段となり得る。望ましくは $5 \mu m$ 以下であれば更に良い。ここで、応答時間は図5に示すように、透過率最小及び最大になる電圧間のスイッチングにおいて、90%の透過率変化に要する時間として定義している。

【0020】また、上記手段2のように液晶組成物層の比誘電率( $\epsilon_{LC}$ )//:分子長軸方向の比誘電率、( $\epsilon_{LC}$ ) $\perp$ :分子短軸方向の比誘電率)と配向制御層の比誘電率( $\epsilon_{AF}$ )の間に( $\epsilon_{LC}$ )// $> 2 \epsilon_{AF}$ 、または( $\epsilon_{LC}$ ) $\perp$  $> 2 \epsilon_{AF}$ の関係を満たし、かつ、液晶組成物層の粘度( $\eta$ )とツイストの弾性定数( $K_2$ )の間に $\eta / K_2 < 45 [Gs / (m \cdot m)]$ の関係を満たすようにすることで高速応答の電界液晶表示装置を得ることができる。通常の横電界方式では電極の厚みが液晶組成物層より小さいので、液晶層に液晶と配向膜の界面に完全に平行な電界を与えることはできない。この不完全な横電界が液晶を面内でスイッチングする効率を低下させて★50

6

\*物の誘電異方性は正を想定している。次に、電界9を印加すると図1(b)、(d)に示したように電界方向に液晶分子がその向きを変える。偏光板2を所定角度 $\theta$ に配置することで電界印加によって光透過率を変えることが可能となる。このように、本発明によれば透明電極がなくともコントラストを与える表示が可能となる。液晶組成物の誘電異方性は正を想定したが、負であっても構わない。その場合には初期配向状態をストライプ状電極の長手方向に垂直な方向から若干の角度 $|\phi_{LC}|$ (即ち、 $0^\circ < |\phi_{LC}| \leq 45^\circ$ 度)を持つように配向させる。

【0016】ところで、横電界方式における液晶の応答時間は、液晶にかかる弾性的トルク、電磁氣的トルク及び粘性的トルクの釣合いを表す式を解くことにより導かれるが、最終的に導かれる液晶の立上がりと立下がり時間は、次式で表される。

【0017】

【数5】

★しもう。そこで、2層の誘電体層間において電界の屈折が図6に示すように達成されることから、液晶の誘電率 $\epsilon_{LC}$ が配向膜の誘電率 $\epsilon_{AF}$ より大きくすることによって、望ましくは2倍の $\epsilon_{AF}$ より大きくすることによって、液晶と配向膜の界面に対して、より平行な横電界を液晶に与えることができる。従って、液晶が面内でスイッチングするために必要な横電界が効率良く液晶に与えられる。そして、液晶の粘度 $\eta$ を小さくする、あるいはツイストの弾性定数 $K_2$ を大きくして、鋭意検討した結果、両者の比が $45 [Gs / (m \cdot m)]$ であるときに、マウス対応または動画表示可能な高速応答を得られることが分かった。

【0021】更に、上記手段3に示した液晶は手段1から2の条件に適合し、マウス対応あるいは動画表示可能な高速応答を実現することが分かった。フルオロ基を末端に有するトリフルオロ系液晶は約7程と大きな誘電異方性 $\Delta \epsilon$ を示しながら粘度 $\eta$ が $20 \sim 30 cP$ と小さいため、他の液晶組成物に添加することにより駆動電圧を下げ、応答時間を短くすることが可能である。具体的には、トランス-4-ヘプチル-(3, 4, 5-トリフルオロフェニル)シクロヘキサン、1, 2, 6-トリフルオロ-4-[トランス-4-(トランス-4-プロピルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼン、トランス-4-プロピル-(3, 4, 5-トリフルオロロビフェニル-4'-イル)シクロヘキサン、2-(トランス-4-プロピルシクロヘキシル)-1-[トランス-4-(3, 4, 5-トリフルオロフェニル)シクロヘキシル]エタン、3, 4, 5-トリフルオロフェニル-トランス-4-ベンチルシクロヘキシルカルボキシレート、トラ

ンス-4-ヘプチル-(3,4-ジフルオロフェニル)シクロヘキサン、1,2-ジフルオロ-4-[トランス-4-(トランス-4-プロピルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼン、トランス-4-プロピル-(3,4-ジフルオロビフェニル-4'-イル)シクロヘキサン、2-(トランス-4-プロピルシクロヘキシル)-1-[トランス-4-(3,4-ジフルオロフェニル)シクロヘキシル]エタン、3,4-ジフルオロフェニル-トランス-4-ベンチルシクロヘキシルカルボキシレート、トランス-4-ヘプチル-(4-シアノフェニル)シクロヘキサン、1,2-ジシアノ-4-[トランス-4-(トランス-4-プロピルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼン、トランス-4-プロピル-(3,4-ジシアノビフェニル-4'-イル)シクロヘキサン、2-(トランス-4-プロピルシクロヘキシル)-1-[トランス-4-(3,4-ジシアノフェニル)シクロヘキシル]エタン、3,4-ジシアノフェニル-トランス-4-ベンチルシクロヘキシルカルボキシレート、4-シアノ-3-フルオロフェニル-トランス-4-プロピルシクロヘキシルカルボキシレートなどがある。ただし、これらの化合物に限定されるものではない。4-シアノ-3-フルオロフェニル-トランス-4-プロピルシクロヘキシルカルボキシレートに代表されるシアノ末端のオルト位にフルオロ基を有する液晶化合物は、双極子モーメントを相殺するようなダイマーを形成しにくいことが知られており、このような液晶は誘電率も大きく、粘度も小さいので横電界方式の高速化には有効となる。

【0022】また、上記手段4に示した液晶も手段1から2の条件に適合し、マウス対応あるいは動画表示可能な高速応答を実現することが分かった。具体的には、ト\*

$$I/I_0 = \sin^2(2\alpha) \cdot \sin^2(\pi d \cdot \Delta n / \lambda) \quad \dots (5)$$

ここで、 $\alpha$ は液晶層の実効的な光軸と偏光透過軸のなす角、 $d$ はセルギャップ、 $\Delta n$ は液晶の屈折率異方性、 $\lambda$ は光の波長を表す。低電圧印加時に暗、高電圧印加時に明状態となるノーマリクローズ特性を得るには偏光板の配置として、一方の偏光板の透過軸を液晶分子配向方向(ラビング軸)にはほぼ平行、すなわち $\phi_{P1} = \phi_{LC1} = \phi_{LC2}$ とし、他方の偏光板の透過軸をそれに垂直、すなわち、 $\phi_{P2} = \phi_{P1} + 90^\circ$ とすればよい。電界無印加時には、(5)式における $\alpha$ が0であるので光透過率 $I/I_0$ も0となる。一方、電圧印加時にはその強度に応じて $\alpha$ が増大し、45度のとき光透過率は最大となる。この時、光の波長を0.555 $\mu\text{m}$ と想定すると無彩色でかつ透過率を最大とするには実効的な $d_{\text{eff}} \cdot \Delta n$ を2分の1波長である0.28 $\mu\text{m}$ にすればよい。実際のセル中では界面近傍で液晶分子が固定されているため、 $d_{\text{eff}}$ はセルギャップ $d$ よりも薄い。従って、複屈折モードのノーマリクローズ型で明状態の白色性及び高透過率を実現するには、 $d \cdot \Delta n$ を2分の1波長よりやや高め※50

\*ランス-4-ヘプチル-(2,3-ジフルオロフェニル)シクロヘキサン、2,3-ジフルオロ-4-[トランス-4-(トランス-4-プロピルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼン、トランス-4-プロピル-(2,3-ジフルオロビフェニル-4'-イル)シクロヘキサン、2-(トランス-4-プロピルシクロヘキシル)-1-[トランス-4-(2,3-ジフルオロフェニル)シクロヘキシル]エタン、2,3-ジフルオロフェニル-トランス-4-ベンチルシクロヘキシルカルボキシレート、トランス-4-ヘプチル-(2-シアノ-3-フルオロフェニル)シクロヘキサン、2-シアノ-3-フルオロ-4-[トランス-4-(トランス-4-プロピルシクロヘキシル)シクロヘキシル]ベンゼン、トランス-4-プロピル-(2-シアノ-3-フルオロビフェニル-4'-イル)シクロヘキサン、2-(トランス-4-プロピルシクロヘキシル)-1-[トランス-4-(2-シアノ-3-フルオロフェニル)シクロヘキシル]エタン、2-シアノ-3-フルオロフェニル-トランス-4-ベンチルシクロヘキシルカルボキシレートなどがある。ただし、これらの化合物に限定されるものではない。

【0023】上記に述べた高速応答化の手段において、ディスプレイとしては応答時間のみならず、明るさやコントラスト比などの他の特性も満足するトータル設計が望まれるという立場から、液晶のリターデーション $d \cdot \Delta n$ を例えば以下のように設定する。先述のように複屈折モードで表示する場合、一組の偏光板をクロスニコルに配置したときには透過光の強度を表す式は次式となる。

【0024】

【数7】

※の0.30 $\mu\text{m}$ 程度に設定すればよい。現実には裕度があるため、0.21から0.36 $\mu\text{m}$ の間に設定するとよい。

【0025】このような観点から、用いる液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ を比較的大きくし、コントラストを高めるために上記手段5のようにリターデーション $d \cdot \Delta n$ を0.21から0.36 $\mu\text{m}$ に設定することにより、対向する基板間のギャップを小さくすることが必然となり、応答速度を速める手段となり得る。

【0026】勿論、(3)及び(4)式に示すように、液晶の粘度を小さくした方が応答時間には有利である。また、液晶の誘電異方性の絶対値 $|\Delta \epsilon|$ をできるだけ大きくすることによって応答速度を速くすることもできる。これは電界と液晶との相互作用のエネルギーが大きくなるためである。

【0027】

【実施例】本発明を実施例により具体的に説明する。

【0028】〔実施例1〕図2は本発明の第1の実施例

の単位画素の平面図である。図3は図2の断面図を示す。研磨したガラス基板1上にAlよりなる走査信号電極10を形成し、前記走査信号電極の表面はAlの陽極酸化膜であるアルミナ膜19で被覆した。走査信号電極10を覆うようにゲート窒化Si(ゲートSiN)膜16と非晶質Si(a-Si)膜17を形成し、このa-Si膜17上にn型a-Si膜18、ソース電極3及び映像信号電極11を形成した。さらに、前記ソース電極3及び映像信号電極11と同層にコモン電極4を付設した。ソース電極3及び映像信号電極11の構造としては図1に示すように、いずれもストライプ状のコモン電極4と平行で、走査信号電極10と交差するような構造とし、一方の基板上に薄膜トランジスタ(図2、図3)及び金属電極群が形成された。これらによって、一方の基板上のソース電極3、コモン電極4間で電界がかかり、かつその方向が基板界面にほぼ平行となるようにした。基板上の電極はいずれもアルミニウムからなるが、電気抵抗の低い金属性のものであれば特に材料の制約はなく、クロム、銅等でもよい。画素数は40(×3)×30(即ち、n=120、m=30である。)で、画素ピッチは横方向(即ちコモン電極間)は80μm、縦方向(即ちゲート電極間)は240μmである。コモン電極の幅は12μmで隣接するコモン電極の間隙の68μmよりも狭くし、高い開口率を確保した。また薄膜トランジスタを有する基板に相対向する基板上にストライプ状のR、G、B3色のカラーフィルタ20を備えた。カラーフィルタ20の上には表面を平坦化する透明樹脂13を積層した。透明樹脂の材料としてはエポキシ樹脂を用いた。パネルには駆動LSIが接続されている。

【0029】ところで、液晶材料には屈折率異方性 $\Delta n$ が0.072、誘電異方性 $\Delta \epsilon$ は3.7( $\epsilon_{//}$ :7.4、 $\epsilon_{\perp}$ :3.7)、粘度 $\eta$ が20cP(20℃)、ツイストの弾性定数 $K_2$ が $9.26 \times 10^{-4}$ dynの液晶組成物を用いた。従って、 $\eta/K_2 = 23.9$  [Gs/(m·m)]であった。また、配向膜材料にはPIQを用いており、比誘電率 $\epsilon_{AF}$ は2.8であった。従って、 $(\epsilon_{LC})_{//} > 2\epsilon_{AF}$ が成り立っている。一方、一組の基板のラビング方向は互いにほぼ平行で、かつ印加電界方向とのなす角度を105度( $\phi_{LC1} = \phi_{LC2} = 105$ 度)とした(図4)。基板間のギャップdは球形のポリマビーズを基板間に分散して挟持し、液晶封入状態で3.8μmとした。

【0030】パネルは2枚の偏光板〔日東電工社製G1220DU〕で挟み、一方の偏光板の偏光透過軸をラビング方向にほぼ平行、即ち $\phi_{P1} = 105$ 度とし、他方をそれに直交、即ち $\phi_{P2} = 15$ 度とした。これにより、ノーマリクローズ特性を得た。こうして得られた液晶表示装置の液晶の応答時間を測定したところ、立上がり時間:30ms、立下がり時間:35msとなった。

【0031】なお、応答時間は図5に示すように、透過

率最小及び最大になる電圧間のスイッチングにおいて、90%の透過率変化に要する時間とした。

【0032】〔実施例2〕本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例1と同一である。

【0033】液晶には2,3-ジフルオロベンゼン誘導体を成分とするMLC-2011(メルク社製)を用いた。このとき $\eta/K_2 = 27.8$  [Gs/(m·m)]であった。本実施例の液晶の誘電異方性 $\Delta \epsilon$ は-3.3( $\epsilon_{//}$ :3.8、 $\epsilon_{\perp}$ :7.1)であった。従って、 $(\epsilon_{LC})_{\perp} > 2\epsilon_{AF}$ が成り立っている。なお、基板間のギャップdは4.7μmに設定して、リターデーションd· $\Delta n$ を約0.35μmとした。

【0034】一組の基板のラビング方向は互いにほぼ平行で、かつ印加電界方向とのなす角度を15度( $\phi_{LC1} = \phi_{LC2} = 15$ 度)とした(図4)。パネルは2枚の偏光板〔日東電工社製G1220DU〕で挟み、一方の偏光板の偏光透過軸をラビング方向にほぼ平行、即ち $\phi_{P1} = 15$ 度とし、他方をそれに直交、即ち $\phi_{P2} = -75$ 度とした。これにより、ノーマリクローズ特性を得た。

【0035】こうして得られた液晶表示装置の液晶の応答時間を測定したところ、立上がり時間:38ms、立下がり時間:44msとなった。

【0036】〔実施例3〕本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例1と同一である。

【0037】液晶には2,3-ジフルオロベンゼン誘導体を成分とするMLC-2009(メルク社製)を用いた。このとき $\eta/K_2 = 44.0$  [Gs/(m·m)]であった。本実施例の液晶の誘電異方性 $\Delta \epsilon$ は-3.4( $\epsilon_{//}$ :3.9、 $\epsilon_{\perp}$ :7.3)であった。従って、 $(\epsilon_{LC})_{\perp} > 2\epsilon_{AF}$ が成り立っている。なお、基板間のギャップdは2.0μmに設定して、リターデーションd· $\Delta n$ を約0.30μmとした。

【0038】一組の基板のラビング方向は互いにほぼ平行で、かつ印加電界方向とのなす角度を15度( $\phi_{LC1} = \phi_{LC2} = 15$ 度)とした(図4)。パネルは2枚の偏光板〔日東電工社製G1220DU〕で挟み、一方の偏光板の偏光透過軸をラビング方向にほぼ平行、即ち $\phi_{P1} = 15$ 度とし、他方をそれに直交、即ち $\phi_{P2} = -75$ 度とした。これにより、ノーマリクローズ特性を得た。

【0039】こうして得られた液晶表示装置の液晶の応答時間を測定したところ、立上がり時間:40ms、立下がり時間:20msとなった。

【0040】〔実施例4〕本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例1と同一である。

【0041】液晶には3,4-ジフルオロベンゼン誘導体を成分とするLIXON-5023(チッソ社製)を用いた。このとき $\eta/K_2 = 42.0$  [Gs/(m·m)]であった。本実施例の液晶の誘電異方性 $\Delta \epsilon$ は4.5( $\epsilon_{//}$ :8.2、 $\epsilon_{\perp}$ :3.7)であった。従って、 $(\epsilon_{LC})_{//} > 2\epsilon_{AF}$ が成り立っている。なお、基板間のギャップd

11

は $3.5\mu\text{m}$ に設定して、リターデーション $d \cdot \Delta n$ を約 $0.28\mu\text{m}$ とした。

【0042】こうして得られた液晶表示装置の液晶の応答時間を測定したところ、立上がり時間：25ms、立下がり時間：30msとなった。

【0043】〔実施例5〕本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例1と同一である。

【0044】液晶には特開平2-233626号公報記載の3, 4, 5-トリフルオロベンゼン誘導体を成分とする液晶（チッソ社製）を用いた。このとき $\eta/K_2 = 2$  3.6  $[\text{Gs}/(\text{m} \cdot \text{m})]$ であった。本実施例の液晶の誘電異方性 $\Delta\epsilon$ は7.3 ( $\epsilon_{//} : 11.0$ ,  $\epsilon_{\perp} : 3.7$ )であった。従って、 $(\epsilon_{LC})_{//} > 2\epsilon_{AF}$  が成り立っている。なお、基板間のギャップ $d$ は $4.7\mu\text{m}$ に設定して、リターデーション $d \cdot \Delta n$ を約 $0.34\mu\text{m}$ とした。

【0045】こうして得られた液晶表示装置の液晶の応答時間を測定したところ、立上がり時間：28ms、立下がり時間：53msとなった。

【0046】〔比較例1〕本比較例1の構成は下記の要件を除けば、実施例1と同一である。

【0047】液晶材料にはトランス、トランス-4, 4-ジベンチル-トランス-1, 1'-ジシクロヘキサン-4-カルボニトリルを成分としたZLI-2806を用いた。このとき、 $\eta/K_2 = 46.2$   $[\text{Gs}/(\text{m} \cdot \text{m})]$ であった。本比較例の液晶の誘電異方性 $\Delta\epsilon$ は-4.8 ( $\epsilon_{//} : 3.3$ ,  $\epsilon_{\perp} : 8.1$ )であった。従って、 $(\epsilon_{LC})_{\perp} > 2\epsilon_{AF}$  が成り立っている。なお、基板間のギャップ $d$ は $6.2\mu\text{m}$ に設定して、リターデーション $d \cdot \Delta n$ を約 $0.27\mu\text{m}$ とした。

【0048】一組の基板のラビング方向は互いにほぼ平行で、かつ印加電界方向とのなす角度を15度 ( $\phi_{LC1} = \phi_{LC2} = 15$ 度) とした (図4)。パネルは2枚の偏光板〔日東電工社製G1220DU〕で挟み、一方の偏光板の偏光透過軸をラビング方向にほぼ平行、即ち $\phi_{P1} = 15$ 度とし、他方をそれに直交、即ち $\phi_{P2} = -75$ 度とした。これにより、ノーマリクローズ特性を得た。

【0049】こうして得られた液晶表示装置の液晶の応答時間を測定したところ、立上がり時間：150ms、立下がり時間：180msとなった。

【0050】〔比較例2〕本比較例2の構成は下記の要件を除けば、比較例1と同一である。

【0051】液晶材料には屈折率異方性 $\Delta n$ が0.0743、粘度 $\eta$ が20cp (20℃)、ツイストの弾性定数 $K_2$ が $4.17\mu\text{dyn}$ の液晶組成物を用いた。従っ

12

て、 $\eta/K_2 = 48.0$   $[\text{Gs}/(\text{m} \cdot \text{m})]$ であった。本比較例の液晶の誘電異方性 $\Delta\epsilon$ は-1.5 ( $\epsilon_{//} : 3.2$ ,  $\epsilon_{\perp} : 4.7$ )であった。従って、 $(\epsilon_{LC})_{//} > 2\epsilon_{AF}$  または  $(\epsilon_{LC})_{\perp} > 2\epsilon_{AF}$  が成り立たない。基板間のギャップ $d$ を $3.8\mu\text{m}$ に設定して、リターデーション $d \cdot \Delta n$ を約 $0.28\mu\text{m}$ とした。

【0052】こうして得られた液晶表示装置の液晶の応答時間を測定したところ、立上がり時間：100ms、立下がり時間：120msとなった。

10 【0053】なお、本発明の実施例及び比較例の応答速度と用いた液晶の粘度とツイストの弾性定数の比の関係を表す図を図7に示す。

【0054】

【発明の効果】本発明によれば、対向する基板間のギャップを $6\mu\text{m}$ 以下にすることで高速横電界方式を達成できる。また、液晶及び配向膜の物性を式(1)及び式(2)を満たすように設定することによって、横電界方式における液晶の応答時間が短縮される。その結果、マウス対応あるいは動画表示可能なアクティブマトリクス型横電界液晶表示装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1から5及び比較例1から2の液晶表示装置において液晶の動作を示す図。

【図2】実施例1から5及び比較例1から2における単位画素の平面図。

【図3】実施例1から5及び比較例1から2における単位画素の断面図。

30 【図4】実施例1から5及び比較例1から2における電界方向に対する、界面上の分子長軸配向方向、偏光板偏光軸、位相板進相軸のなす角を示す図。

【図5】応答時間の定義を示す図。

【図6】誘電体層界面における電界の屈折の様子を表す図。

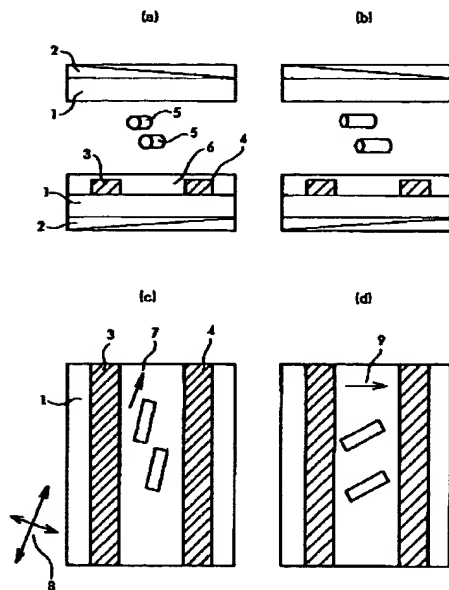
【図7】本発明の実施例及び比較例の応答速度と用いた液晶の粘度とツイストの弾性定数の比の関係を表す図。

【符号の説明】

1…基板、2…偏光板、3…ソース電極、4…コモン電極、5…液晶分子、6…配向膜兼保護膜、7…界面上の分子長軸配向方向、8…偏光板透過軸、9…電界方向、10…走査信号電極、11…映像信号電極、12…付加容量、13…平坦化膜、14…配向膜、15…保護膜、16…走査電極保護膜、17…a-Si膜、18…n型a-Si膜、19…陽極酸化膜、20…カラーフィルタ、21…遮光板、22…位相板進相軸、23…偏光板透過軸。

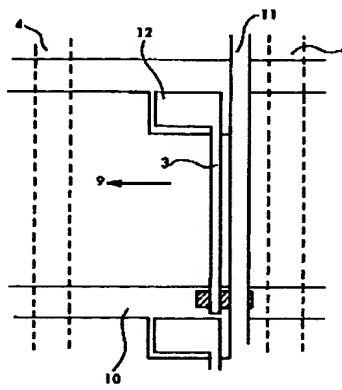
【図1】

図 1



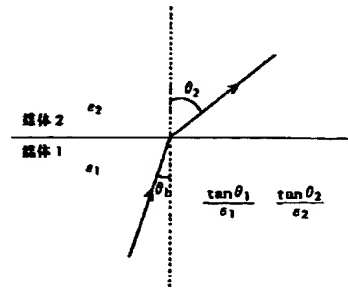
【図2】

図 2



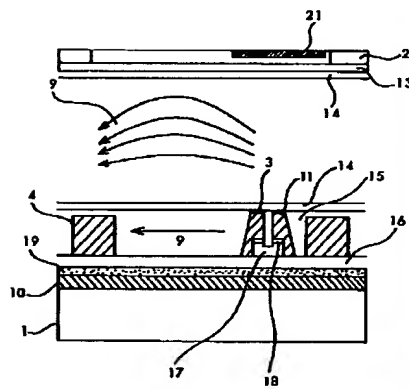
【図6】

図 6



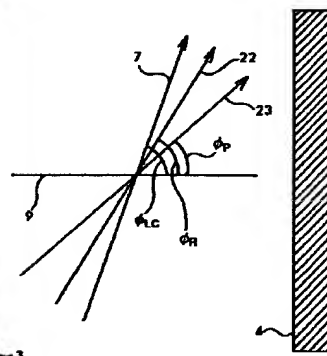
【図3】

図 3



【図4】

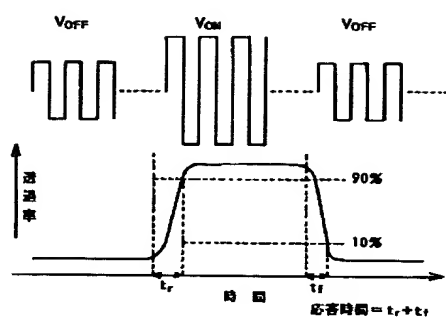
図 4





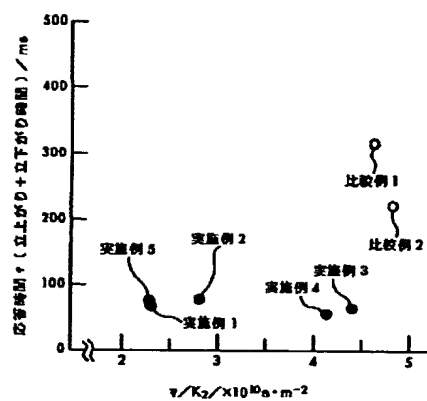
【図5】

図 5



【図7】

図 7



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

G 0 9 F 9/30

識別記号

3 3 9

庁内整理番号

7610-5G

F I

技術表示箇所

(72)発明者 太田 益幸

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内